

KLASIFIKASI CITRA BERDASARKAN PARAMETER ESTETIKA MENGUNAKAN METODE ANFIS

Arik Kurnianto¹⁾, Surya Sumpeno²⁾, Mochamad Hariadi³⁾

^{1,2} Pasca Sarjana Teknik Elektro ITS, Surabaya 60111

³⁾ Jurusan Teknik Elektro, ITS Surabaya 60111

Arik_kurnia99@yahoo.com¹⁾; surya@elect-eng.its.ac.id²⁾; mochar@ee.its.ac.id³⁾

ABSTRAK

Manusia memiliki kecerdasan dan kemampuan untuk menilai dan mengklasifikasi citra berdasarkan persepsi visualnya dalam kategori estetika tertentu. Bagaimana memodelkan kemampuan manusia tersebut ke dalam sistem komputasi menjadi tantangan besar dalam penelitian yang masih tergolong baru ini. Terdapat beberapa parameter standar yang digunakan oleh fotografer profesional untuk mengklasifikasikan citra berdasarkan parameter estetika yaitu; pencahayaan (*lighting*), kejernihan pada kontras (*clarity kontras*), komposisi (*composition*), dan simplisitasnya (*simplicity*). Berdasarkan parameter tersebut, penelitian ini difokuskan pada pengembangan sistem cerdas untuk mengklasifikasikan citra fotografi dengan metode ANFIS (*Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System*). Sistem yang mengacu pada kesimpulan *fuzzy* yang memanfaatkan aturan *fuzzy if-then* ini dapat memodelkan aspek pengetahuan manusia yang kualitatif dan memberi *reasoning processes* tanpa memanfaatkan analisa kuantitatif yang tepat, sehingga metode ANFIS memungkinkan untuk melakukan klasifikasi citra yang lebih natural.

Metode penelitian dimulai dengan melakukan ekstraksi subyek pada citra, dilanjutkan dengan ekstraksi fitur berdasarkan empat parameter estetika untuk mendapatkan data *training* dan data uji untuk proses *training* dan *testing* dengan metode ANFIS. Berdasarkan hasil eksperimen, sistem klasifikasi citra berdasarkan parameter estetika yang berbasis pada sistem inferensi *fuzzy* dan *neural network* melalui metode ANFIS memungkinkan untuk dikembangkan lebih jauh. Hasil *training* ANFIS tahap pertama dengan 100 data *training* berdasarkan empat parameter estetika didapati error sebesar 0,031235 setelah 2 *epoch*. Hasil *training* tahap kedua dengan 200 data *training* berdasarkan empat parameter estetika didapati *error* sebesar 0,037421 setelah 2 *epoch*. Hasil tes untuk menguji validitas hasil *training* terhadap data *training*, data *testing*, dan data *checking* memiliki *error rate* berturut-turut 0,037421, 0,037968, dan 0,0051328. Sedangkan hasil uji empirik didapatkan tingkat akurasi mesin sebesar 75% dan tingkat kesalahannya sebesar 25%.

Kata kunci: Estetika, citra, fotografi, logika *Fuzzy*, ANFIS.

1 Pendahuluan

Beberapa metode telah dikembangkan oleh para peneliti untuk menilai dan mengklasifikasi citra fotografi antara lain dilakukan oleh Tong [7], yang mengembangkan metode komputasi untuk mengklasifikasikan citra fotografi yang diambil oleh fotografer profesional dan fotografer amatir (*home user*). Datta [1] melakukan studi pada citra fotografi dan mengembangkan metode komputasi untuk menilai estetika pada citra fotografi yang dijadikan sebagai dasar untuk mengembangkan sistem klasifikasi dan penilaian citra fotografi secara online melalui aplikasi yang disebut ACQUINE (*Aesthetic Quality Inference Engine*). Ke [4] mengembangkan fitur tingkat tinggi (*high-level feature*) untuk menilai kualitas citra fotografi. Luo [5] melakukan analisa dari beberapa metode yang pernah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya dan memodifikasinya untuk mengembangkan sendiri metode yang lebih akurat untuk menilai kualitas estetika dari citra fotografi dan menambahkan beberapa fitur untuk menilai kualitas citra pada video. Akurasi dari metode yang dikembangkan oleh Luo terletak pada pemisahan

terlebih dahulu (ekstraksi) antara subyek dan background dari citra fotografi sebelum dinilai berdasarkan fitur-fitur yang dikembangkannya. Metode yang kemudian digunakan Luo untuk mengklasifikasi citra fotografi adalah SVM (*Support Vektor Machine*) dan Klasifikasi Bayes, hasil klasifikasi dibagi dalam format urutan pemeringkatan dari nilai *high* hingga *low*.

Berdasarkan tinjauan psikologis, kemampuan manusia dalam melakukan penilaian dan klasifikasi estetika lebih bersifat kualitatif dan subjektif dan banyak mengacu pada persepsi visualnya yang berdasarkan pada pengalaman estetikanya [6]. Dimana persepsi tersebut cenderung tidak pasti dan tidak presisi. Metode dalam menilai sesuatu dalam lingkungan yang tidak presisi dan tidak pasti dalam dunia komputer dilakukan dengan pendekatan *soft computing*, yaitu suatu metode yang berusaha menggabungkan berbagai macam pendekatan komputasi yang paralel dengan kemampuan otak manusia dalam memikirkan dan belajar dari lingkungan yang tidak pasti dan tidak presisi tersebut [2].

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini mengembangkan penelitian yang dilakukan oleh Luo. Dalam penelitiannya Luo menemukan interval nilai yang tidak pasti untuk masing-masing variabel berdasarkan fitur yang dikembangkannya. Penelitian ini menggunakan metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) untuk mengklasifikasi estetik terhadap citra fotografi berdasarkan sebagian fitur yang digunakan oleh Luo. Sebagai bagian dari *soft computing*, ANFIS merupakan jaringan adaptif yang berbasis pada sistem kesimpulan *fuzzy* (*fuzzy inference system*). Dengan penggunaan suatu prosedur *hybrid learning*, ANFIS dapat membangun suatu mapping *input-output* yang keduanya berdasarkan pada pengetahuan manusia (pada bentuk aturan *fuzzy if-then*) dengan fungsi keanggotaan yang tepat. Sistem kesimpulan *fuzzy* yang memanfaatkan aturan *fuzzy if-then* dapat memodelkan aspek pengetahuan manusia yang kualitatif dan memberi *reasoning processes* tanpa memanfaatkan analisa kuantitatif yang tepat [2]. Klasifikasi citra fotografi dalam penelitian ini mengacu pada empat fitur estetika dari lima fitur estetika yang dikembangkan oleh Luo untuk memperoleh data yang akan menjadi data *training* ANFIS yaitu; kejernihan kontras (*clarity kontras*), pencahayaan (*lighting*), komposisi (*composition*), dan kesederhanaan (*simplicity*).

2 Estetika Fotografi

Studi mengenai estetika fotografi mulai dipelajari setelah fotografi tidak hanya digunakan sebatas pada fungsi praktisnya. Perluasan fungsi tersebut akhirnya memasuki wilayah seni khususnya seni rupa atau seni visual (*photography as art*). Sehingga fungsi fotografi akhirnya berkembang sebagaimana fungsi seni sebagai pemenuhan kebutuhan manusia atas rasa dan estetika [9]. Menurut Rahman [7] fotografi sebagai salah satu domain seni visual tidak terlepas dari nilai-nilai dan kaidah estetika baik dalam tataran ide maupun teknis. Setiap bentuk karya yang dihasilkan dari fotografi tidak lain mempunyai tujuan serta konsep penciptaan yang bermula dari ide dasar yang berkembang menjadi implementasi praksis dengan dukungan peralatan dan teknik ungkap melalui bahasa visual. Lebih jauh, melalui eksperimen dan eksplorasi terhadap target bidik (*expose*) serta proses penghadirannya hingga menjadi subjek (*subject matter*) karya fotografi.

Secara lebih sederhana Luo [5] menilai estetika dalam fotografi berhubungan dengan beberapa aspek penting antara lain;

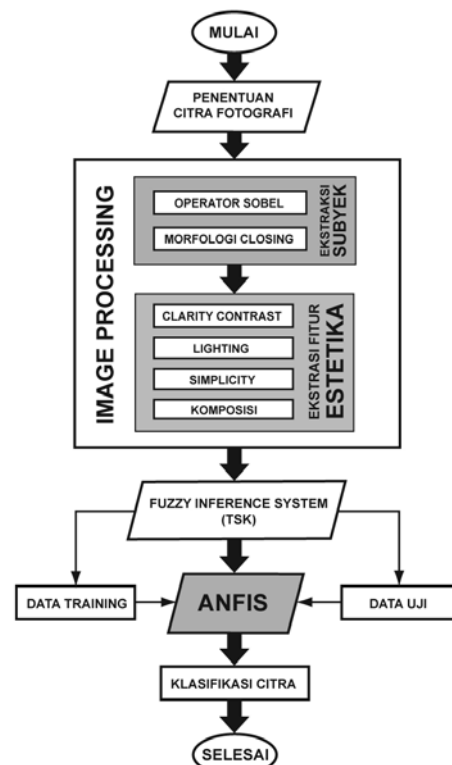
- 1) *Lighting* atau pencahayaan, merupakan aspek penting dalam fotografi untuk memunculkan kesan tiga dimensi dan menimbulkan kontras pada foto yang berdampak pada persepsi kedalaman obyek dalam medium 2 dimensi.
- 2) *Focus controlling*, aspek ini berhubungan dengan pengaturan obyek yang akan menjadi fokus utama foto sehingga dapat diidentifikasi secara berbeda

atau terpisah dari latar belakang atau *backgroundnya*.

- 3) Warna, yaitu aspek estetika yang berhubungan dengan penggunaan dan pengolahan warna untuk memperoleh harmonisasi warna (*color harmony*) pada foto. Aspek warna dalam fotografi sangat berkaitan erat dengan pencahayaan (*lighting*).
- 4) Komposisi, yaitu pengorganisasian dari seluruh elemen visual di dalam foto kedalam satu kesatuan komposisi yang bernilai estetik. Komposisi estetik dalam fotografi banyak mengacu pada komposisi desain antara lain; aturan tiga bagian (*rule of third*), keseimbangan (*balance*), simetri, kesatuan (*unity*), proporsi, dsb.

3 Pendekatan Penelitian

Metode penelitian ini dapat dijelaskan melalui bagan yang ditunjukkan oleh gambar 2. Dimana dalam penelitian ini, langkah klasifikasi citra dimulai dari penentuan citra fotografi yang akan diklasifikasi, kemudian dilakukan ekstraksi fitur estetika untuk mendapatkan nilai variabel estetik dari masing-masing citra. Langkah berikutnya adalah melakukan *training* ANFIS dan melakukan uji data terhadap hasil *training* dan klasifikasi citra sebagai hasil akhir untuk membentuk *knowledge base*.



Gambar 2. Bagan metode penelitian

3.1 Penentuan Citra Foto

Citra diperoleh dari koleksi pribadi dan dari web komunitas fotografi di Indonesia di www.fotografer.net. Web komunitas ini memiliki

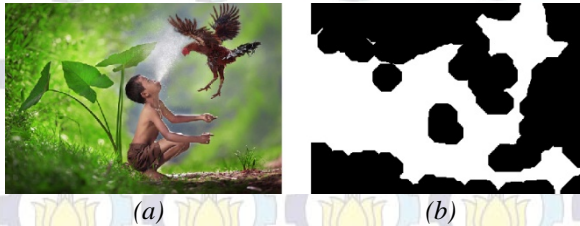
koleksi ribuan foto yang telah dikategorisasi dan diberi komentar dan nilai oleh anggota komunitas. Sampel foto dibatasi pada foto dengan manusia sebagai subyek utamanya, meliputi kategori *potrait*, foto dokumentasi, dan foto model atau fashion fotografi. Sampel foto berjumlah 230 buah citra foto, dengan 200 untuk data *training*, dan 30 untuk data uji. Setiap citra disimpan dalam format .jpeg dengan resolusi 72 piksel/inch.

3.2 Image Processing

Proses *image processing* dilakukan untuk memperoleh nilai berdasarkan empat fitur estetika yang akan digunakan sebagai data *training* dan data tes pada ANFIS.

3.2.1 Ekstraksi Subyek

Langkahnya dimulai dari ekstraksi subyek foto untuk mendeteksi area yang menjadi fokus dan area *background*-nya. Metode yang digunakan untuk mendeteksi tepi berbasis gradient dengan operator sobel. Kemudian dilakukan beberapa operasi dasar morfologi melalui operator *closing*. Gambar 3 menunjukkan contoh proses ekstraksi subyek. Gambar 3a menunjukkan citra yang akan diekstraksi dan gambar 3b hasil ekstraksi subyek.



Gambar 3. Contoh hasil ekstraksi subyek dari citra asli (a) dan hasil ekstraksi subyek (b) (sumber: www.fotografer.net).

3.2.2 Ekstraksi Fitur Estetika

Berdasarkan hasil ekstraksi tersebut, selanjutnya dilakukan penghitungan berdasarkan empat parameter estetika yang terdiri atas *clarity contrast* (f_c), *lighting* (f_l), *simplicity* (f_s), dan, *composition* (f_m). Hasil dari penghitungan ini akan menjadi nilai input untuk proses inferensi *fuzzy* sebelum dilakukan proses *training* dan *checking*. Berikut ini adalah penjelasan dari masing-masing fitur yang digunakan [5]:

1) Fitur Kejernihan Kontras (Clarity Contrast)

Untuk menarik perhatian audiens pada subyek dan mengisolasi subyek dari *background*-nya, fotografer profesional biasanya membuat fokus pada subyek dan menjadikan *background* tidak fokus (*out of focus*). Foto dengan kualitas tinggi tidak sepenuhnya *clear* juga tidak sepenuhnya *blur*. Luo membuat fitur kejernihan kontras f_c untuk mendeskripsikan area subyek dalam hubungannya dengan citra dengan:

$$f_c = (||M_R|| / ||R||) / (||M_I|| / ||I||), \quad (1)$$

dimana secara berturut-turut $||R||$ dan $||I||$ adalah area dari subyek region dan image asli (*original image*), dan:

$$M_I = \{(u, v) \mid |F_I(u, v)| > \beta \max \{F_I(u, v)\}\}, \quad (2)$$

$$M_R = \{(u, v) \mid |F_R(u, v)| > \beta \max \{F_R(u, v)\}\}, \quad (3)$$

$$F_I = FFT(I), F_R = FFT(R). \quad (4)$$

Clear image (subyek area) memiliki komponen frekuensi relatif lebih tinggi daripada *background* area. Dalam persamaan tersebut, $||M_R||/||R||$ menyatakan rasio antara area komponen dengan frekuensi tinggi terhadap semua frekuensi komponen di R. Penjelasan serupa dapat diaplikasikan pada $||M_I||/||I||$. Pada semua eksperiennya, Luo menetapkan $\beta = 0.2$.

2) Fitur Pencahayaan (Lighting)

Karena profesional fotografer sering menggunakan pencahayaan yang berbeda untuk subyek dan *background*, nilai *brightness* citra pada bagian subyek secara signifikan berbeda dengan *background*-nya. Berbeda dengan fotografer amatir, sebagian besar mereka menggunakan cahaya natural dan membiarkan kamera melakukan pengaturan secara otomatis untuk nilai *brightness*-nya, dimana biasanya mengurangi perbedaan tingkat *brightness* subyek citra foto dengan *background*-nya. Untuk mengetahui perbedaan antara dua hal tersebut, Luo memformulasikan persamaan:

$$f_l = |\log(B_s/B_b)|, \quad (5)$$

Dimana B_s dan B_b adalah rata-rata *brightness* dari area subyek dan *background*-nya.

3) Fitur Semplicitas (Simplicity)

Untuk mengurangi terpecahnya perhatian terhadap obyek di *background*, fotografer profesional membuat *background* lebih sederhana. Luo menggunakan distribusi warna dari *background* untuk mengukur semplicitasnya. Untuk citra fotografi, Luo mengkuantisasi tiap chanel RGB ke dalam 16 nilai, membuat histogram H_{is} dari 4096 bins, yang mana memberikan jumlah dari warna yang terhitung pada *background*. Misalnya h_{max} sebagai nilai maksimum dari histogram, fitur semplicitas didefinisikan:

$$f_s = (||S|| / 4096) \times 100\%, \quad (6)$$

Dimana $S = \{i \mid H_{is}(i) \geq \gamma h_{max}\}$. Luo menetapkan $\gamma = 0.01$ dalam semua eksperiennya.

4) Fitur Komposisi

Komposisi yang bagus adalah dasar dari foto dengan kualitas estetika tinggi. Salah satu prinsip yang paling umum diterapkan dalam komposisi fotografi adalah prinsip "*rule of thirds*" atau aturan sepertiga. Hal ini dilakukan dengan membagi foto dalam sembilan bagian yang sama dengan dua dua ruang horisontal dan dua ruang vertikal yang sama. Aturan tersebut menunjukkan

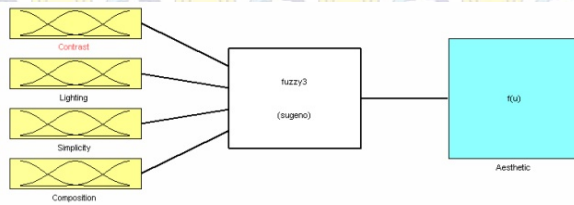
perpotongan dari dua garis sebagai center atau pusat dari subyek. Untuk memformulasikan prinsip ini Lou mendefinisikan fitur simplisitas sebagai berikut:

$$f_m = \min_{i=1,2,3,4} \{ \sqrt{(C_{Rx} - P_{ix})^2/X^2 + (C_{Ry} - P_{iy})^2/Y^2} \} \quad (7)$$

Dimana (C_{Rx}, C_{Ry}) adalah *centroid* dari biner area subyek dalam U , (P_{ix}, P_{iy}) , $i = 1, 2, 3, 4$, adalah empat titik perpotongan dalam image, dan X dan Y adalah lebar dan tinggi dari image.

3.3 Sistem Inferensi Fuzzy TSK

Proses inferensi fuzzy memanfaatkan nilai variabel dari proses ekstraksi empat fitur melalui *image processing* sebelumnya untuk mendapatkan nilai mapping dalam bentuk matrik *input* dan *output*-nya. Proses tersebut dimulai dari penentuan fungsi keanggotaan fuzzy (*membership function*) untuk masing-masing parameter-nya. Gambr 4 menunjukkan bagan sistem inferensi fuzzy model TSK.

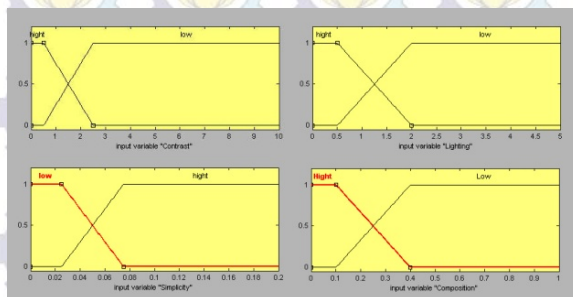


Gambar 4. Bagan fuzzy inference system

Didalam penelitian ini fungsi keanggotaan fuzzy yang akan digunakan adalah fungsi keanggotaan trapesium. Parameter *input* terdiri atas; *composition*, *clarity contras*, *lighting*, dan *simpicity*, yang masing memiliki dua label linguistik yaitu *hight* dan *low*. Sedangkan parameter *output* adalah nilai estetik (*aesthetic Value*) yang merepresentasikan nilai estetik citra hasil inferensi. Penentuan nilai variabel untuk tiap-tiap label dari masing-masing parameter ditentukan secara intuitif. Fungsi keanggotaan untuk trapesium dirumuskan dengan:

$$\text{Trapezoid}(x;a,b,c,d) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, 1, \frac{d-x}{d-c}\right), 0\right)$$

Sedangkan grafik fungsi keanggotaan awal dari masing-masing variabel *input* ditunjukkan oleh gambar 5:



Gambar 5. Grafik fungsi keanggotaan fuzzy

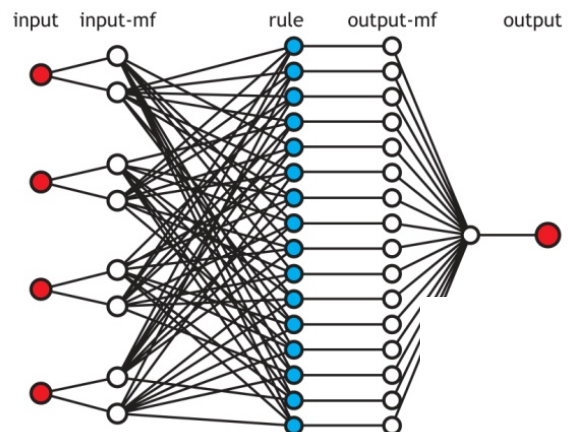
Metode inferensi fuzzy TSK memiliki aturan fuzzy dan pendekatan sistematis untuk pembangkitan aturan fuzzy dari himpunan data masukan-keluaran yang diberikan. Berdasarkan pendapat pakar dalam menentukan klasifikasi citra fotografi berdasarkan kombinasi empat parameter estetika diatas, aturan fuzzy-nya dalam penelitian ini mengikuti aturan seperti ditunjukkan dalam tabel 1 sebagai berikut:

No	IF				THEN
	fc	fl	fs	fm	Output
1	high	high	high	high	1
2	high	high	high	low	1
3	high	high	low	high	1
4	high	high	low	low	1
5	high	low	high	high	0.5
6	low	high	high	high	0.5
7	high	low	low	high	0.5
8	low	high	low	high	0.5
9	low	high	high	low	0.5
10	high	low	high	low	0.5
11	low	low	high	high	0
12	high	low	low	low	0
13	low	high	low	low	0
14	low	low	high	low	0
15	low	low	low	high	0
16	low	low	low	low	0

Tabel 1. Tabel aturan fuzzy If-Then

3.4 Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)

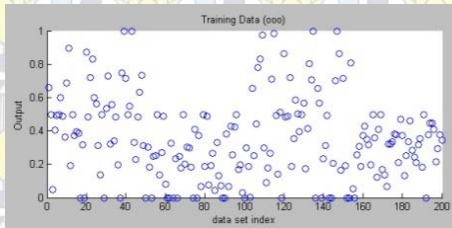
Langkah selanjutnya adalah dengan fuzzy inference system yang sudah ditetapkan diatas dijadikan sebagai dasar dalam melakukan *training* melalui metode ANFIS. Proses *training* dengan *input* dari hasil inferensi fuzzy berupa *mapping* pasangan *input-output*. Gambar 6 menunjukkan struktur ANFIS dengan empat parameter *input*, 8 fungsi keanggotaan, 16 rules, satu *output*, dengan jumlah total node 46.



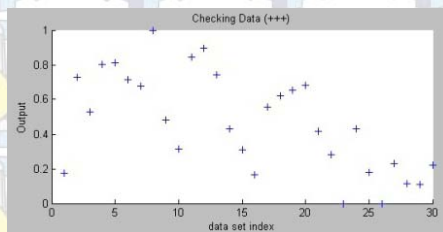
Gambar 6. Model struktur ANFIS

4 Hasil

Proses *training* menggunakan data *training* sebanyak 200 variabel data dan uji validitas menggunakan 30 data *checking*. Data *training* dan data *checking*-nya ditunjukkan pada gambar 7 dan gambar 8.

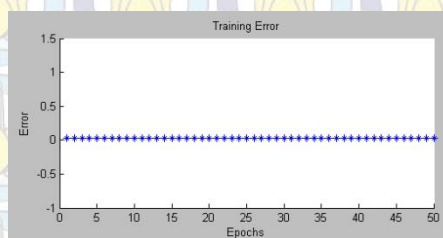


Gambar 7. Grafik data *training* dengan 200 variabel data



Gambar 8. Grafik data *checking* dengan 30 variabel data

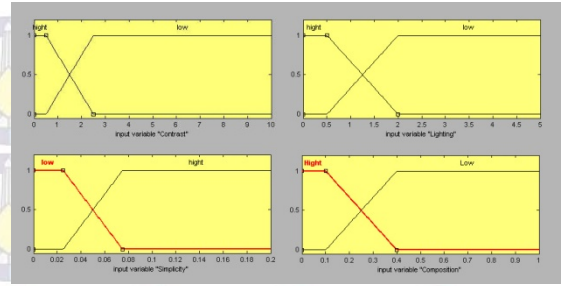
Setelah dilakukan *training* dengan 50 epoch, hasil *training* komplet pada *epoch* ke dua dengan *error* sebesar 0,037421. Gambar 9 menunjukkan grafik proses *training* ANFIS.



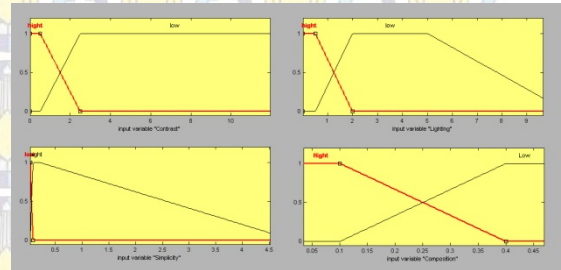
Gambar 9. Grafik proses *training*

Hasil *testing* dimulai terhadap *training* data, dilanjutkan dengan 50 data *testing* dan 30 variabel *checking* didapati rata-rata *error*-nya berturut-turut sebesar; 0,037421 untuk data *training*, 0,037968 untuk 50 data *testing*, dan 0,0051328 untuk data *checking*.

Sedangkan proses mapping *input-output* pada ANFIS berdasarkan hasil *training* menghasilkan perubahan fungsi keanggotan untuk *input* maupun *output*-nya sebelum dan sesudah *training* seperti ditunjukkan pada grafik dalam gambar 10 untuk input sebelum *training* dan gambar 11 untuk input pasca *training*.

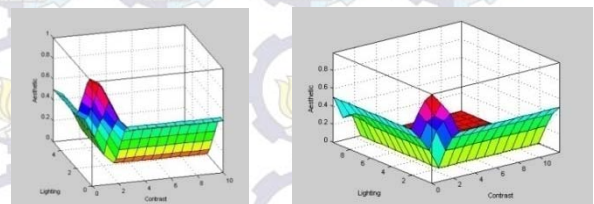


Gambar 10. MF sebelum *training*



Gambar 11. MF pasca *training*

Sedangkan gambar 12 menunjukkan grafis permukaan sebelum dan sesudah *training*.



Gambar 12. Grafis permukaan 3D sebelum dan sesudah *training*

Untuk menguji validitas sistem juga dilakukan uji empirik terhadap foto-foto pilihan editor fotografer.net yang mendapat penilaian dan komentar tertinggi dari anggota komunitas fotografi tersebut dan dianggap memiliki nilai estetika tinggi. Foto yang dipilih adalah kategori potret, model, dan *human interest*. Berdasarkan hasil uji menunjukkan tingkat akurasi mesin sebesar 75% sedangkan tingkat kesalahannya sebesar 25%.

5 Kesimpulan

Sebagai jenis riset yang masih tergolong baru yang berkaitan dengan komputasi estetika, dan setelah melakukan serangkaian eksperimen dalam penelitian ini penulis menyimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- 1) Ketepatan ekstraksi subyek sangat berpengaruh kepada hasil penghitungan fitur estetika yang digunakan, yang pada akhirnya mempengaruhi hasil ekstraksi fitur estetika dan nilai *output* dari sistem inferensi *fuzzy* yang digunakan.
- 2) Foto dengan yang masuk dalam klasifikasi estetika tinggi (*high aesthetic*) adalah foto yang memiliki

fokus yang jelas pada subyeknya dengan nilai *clarity contrast (fc)* antara 1,5 – 4,5, *lighting (fl)* antara 0 – 1, *simplicity (fs)* antara 0 – 4,5, dan *composition (fm)* antara 0 – 0,25. Sebaliknya foto yang memiliki nilai *clarity contrast (fc)* antara 1,5 – 5, *lighting (fl)* antara 1,5 – 8, *simplicity (fs)* 0, dan *composition (fm)* antara 0,25 – 0,5 akan diklasifikasikan dalam kategori estetika rendah (*low aesthetic*). Secara teknis fotografi, foto yang masuk kategori ini (*low aesthetic*) antara lain foto *close up*, foto dengan *background* yang terlalu *blur*, dan foto hasil manipulasi digital yang memadukan beberapa potongan foto.

- 3) Pemetaan *input* dan *output* untuk fungsi keanggotaan *fuzzy* dari tiap-tiap parameter sebelum dan pasca *training* mengalami perubahan yang cukup signifikan khususnya untuk parameter *simplicity*.
- 4) Hasil klasifikasi citra terhadap keseluruhan data menunjukkan citra dengan kategori estetika tinggi hanya 31% dari keseluruhan citra, sedangkan sebagian besar citra masuk dalam kategori estetika rendah yaitu sebesar 69% dari keseluruhan citra.
- 5) Hasil uji empirik menunjukkan jika nilai citra yang dianggap memiliki estetika tinggi (nilai estetika > 5) maka tingkat akurasi mesin sebesar 75% sedangkan tingkat kesalahannya sebesar 25%. Sehingga prosentase kesalahan masih tergolong tinggi.
- 6) Secara umum, metode ANFIS memungkinkan untuk melakukan klasifikasi citra fotografi berdasarkan parameter estetika, dan mampu menangkap “mode” (memodelkan) pengetahuan estetika manusia dalam mengklasifikasi citra.

Referensi

- [1] Datta, R., Joshi, D., Li, J., Wang, J. “Studying Aesthetics in Photographic Images Using a Computational Approach”. The Pennsylvania State University, University Park, PA 16802, USA.
- [2] Jang, Roger., Jyh-Shing., (1993), “ANFIS: Adaptive-Neural-Based Fuzzy Inference System”, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, vol. 23, no. 3, May/June.
- [3] Jang, Roger., Jyh-Shing, Chuen-Tsai Sun, Eiji Mizutani, (1997), “Neuro-Fuzzy and soft computing”, Prentice Hall.
- [4] Ke, Y., Tang, X., Jing, F. (2006), “The Design of High-Level Features for Photo Quality Assessment”, In: CVPR.
- [5] Luo, Yiwen., Tang, Xiaou., (2008), “Photo and Video Quality evaluation: Focusing on the Subyek”, Chine University of Hongkong.
- [6] Mahlke, Sascha., (2008), “Visual aesthetics and the user experience”, The Study of Visual Aesthetics in Human-Computer Interaction,

Berlin University of Technology- Seminar, Berlin.

- [7] Rahman, M. Abdul., “Estetika Dalam Fotografi Estetik”, Jurnal Bahasa dan Seni, Tahun 36, Nomor 2, Agustus 2008.
- [8] Tong, H., Li, M., Zhang, H., He, J., Zhang, C. (2004), “Classification of Digital Photos Taken by Photographers or Home Users”, In: Proc. Pacific-Rim Conference on Multimedia.
- [9] Warren, Bruce., (2002), “Photography (second edition)”, Delmar Thomson Learning.

RIWAYAT PENULIS

Arik Kurnianto, lahir di Ngawi tanggal 8 Februari 1980. Penulis menamatkan pendidikan S1 di Universitas Sebelas Maret Surakarta Jurusan Desain Komunikasi Visual. Saat ini telah menyelesaikan program S2 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Bidang Keahlian Jaringan Cerdas Multimedia (Game Teknologi) Fakultas Teknik Industri Jurusan Teknik Elektro. Saat ini bekerja sebagai Dosen di Modern School of Design Yogyakarta.

Surya Sumpeno, Penulis Menamatkan pendidikan S1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember jurusan Teknik Elektro konsentrasi bidang studi Teknik Sistem Komputer pada tahun 1995, S2 di Dept. of System Information Sciences - Graduate School of Information Sciences - Tohoku University pada tahun 2007 dan saat ini sedang menjalani program Doktor di pasca sarjana teknik elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Saat ini Bekerja sebagai dosen di teknik elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Mochamad Hariadi, lahir di Surabaya pada 9 Desember 1969. Menamatkan pendidikan S1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember jurusan Teknik Elektro konsentrasi bidang studi Teknik Sistem Komputer pada tahun 1995, S2 dan S3 di Dept. of System Information Sciences - Graduate School of Information Sciences - Tohoku University pada tahun 2003 dan 2006. Saat ini bekerja sebagai pengajar di Teknik elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.